

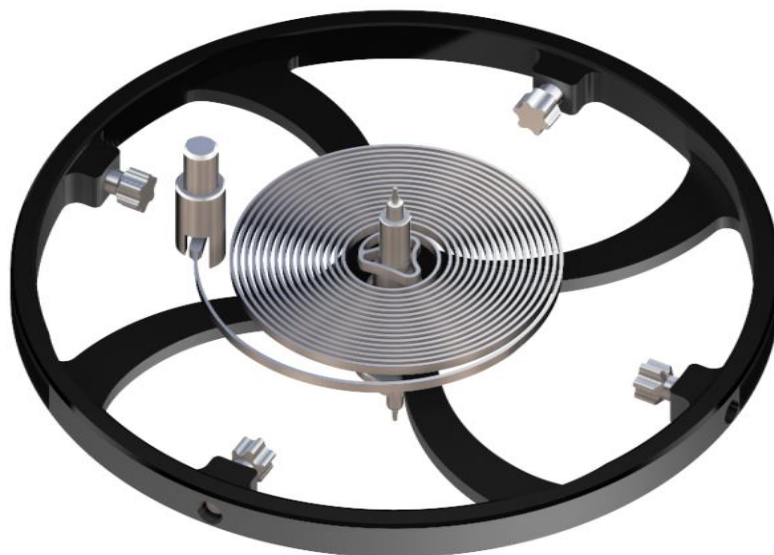
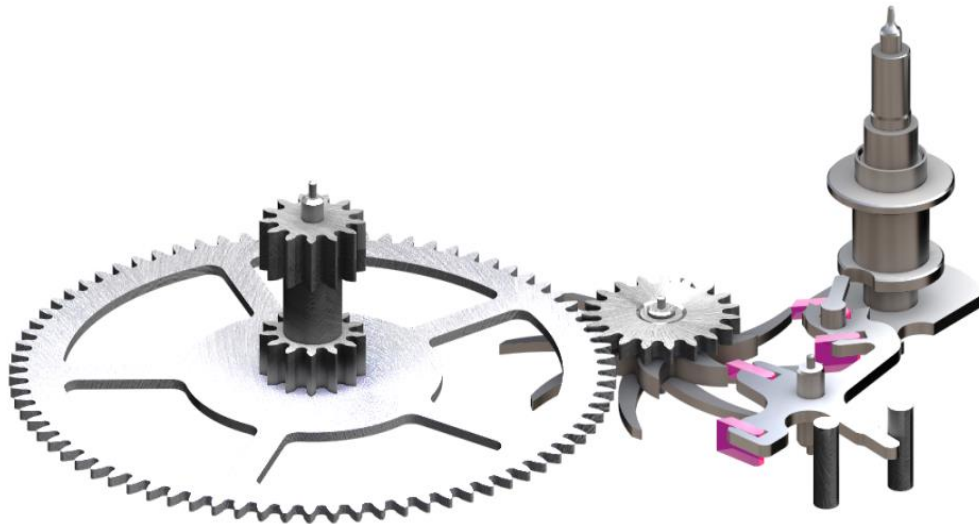
**Ω**  
**OMEGA**

**CALIBRES OMEGA CO-AXIAL**

**DESCRIPTION**

**ECHAPPEMENT CO-AXIAL**

**REGLAGE OMEGA**



# Table des matières

	Page
Lexique	3
Description de l'échappement Co-Axial	5
Fonctions de l'échappement Co-Axial	6
Avantages de l'échappement Co-Axial	16
Description du balancier-spiral Omega	17
Fonctions du balancier-spiral Omega	21
Avantages du système balancier-spiral Omega	21
Avantages cumulés de l'échappement Co-Axial et du balancier-spiral Omega	22
Position historique de l'échappement coaxial pour la montre mécanique	23

## Lexique.

**Alternance.** Déplacement d'un pendule ou d'un organe oscillant (oscillateur), limité par 2 positions extrêmes consécutives. L'oscillation compte deux alternances.

**Amplitude.** Angle maximum dont s'écarte, à partir du point mort ou de repos, un oscillateur.

**Ancre.** Organe de l'échappement de montres et des horloges. Elle transmet l'énergie du rouage à l'oscillateur et transforme le mouvement rotatif du rouage en mouvement alterné de l'oscillateur.

**Anisochrone.** Phénomène oscillant non isochrone.

**Arc d'oscillation supplémentaire.** Parcours de l'oscillateur balancier-spiral en dehors de fonctions de l'échappement.

**Autocompensateur.** Se dit d'un alliage de spiral dont l'élasticité varie peu dans le domaine des températures courantes.

**Axe.** Ligne idéale autour de laquelle tourne un corps, une figure. En horlogerie synonyme d'arbre, axe de balancier.

**Balancier.** Pièce annulaire composant l'organe oscillant de la montre.

**Balancier-spiral.** Organe oscillant de la montre, aussi appelé oscillateur. Il est composé du balancier, du spiral, de la virole, du piton, de l'axe de balancier et du plateau.

**Cheville de plateau.** Organe en rubis, fixé sur le plateau et qui travaille avec la fourchette de l'ancre.

**Coaxial.** Qui a le même axe.

**Cornes.** Parties de la fourchette de l'ancre, empêchant le renversement au début de la fonction d'échappement.

**Dard.** Partie de la fourchette de l'ancre, empêchant le renversement de l'ancre durant l'arc d'oscillation supplémentaire de l'oscillateur.

**Dégagement.** Action et résultat de dégager. Dans l'échappement à ancre, le dégagement est l'angle ou arc, parcouru par l'ancre pour libérer la roue d'échappement.

**Dent.** Partie saillante à la périphérie des roues dentées, pignons, engrenages, échappements, etc.

**Echappement.** Mécanisme placé entre le rouage et l'organe régulateur de la plupart des instruments horaires. L'échappement a pour fonction d'entretenir les oscillations de l'organe oscillant.

**Fourchette de l'ancre.** Partie de l'ancre composée de l'entrée, dans laquelle travaille la cheville de plateau, des cornes et du dard.

**Fréquence.** Nombre d'oscillations par seconde. Elle s'exprime en hertz, Hz.

- Isochrone.** Qui se fait en temps égaux. Pour les horlogers, les oscillations d'un pendule ou d'un oscillateur de montre sont isochrones lorsque leurs durées sont indépendantes de l'amplitude.
- Isochronisme.** Faculté d'un oscillateur d'avoir une période invariable en fonction de son amplitude.
- Levée.** Organe en rubis fixé sur l'ancre, appelé aussi palette, qui travaille en contact avec les dents de la roue d'échappement.
- Oscillateur.** Organe destiné à produire ou entretenir des oscillations mécaniques ou électriques. Le balancier-spiral est un oscillateur mécanique.
- Oscillation.** Action et résultat d'osciller. Lorsqu'un pendule ou un balancier-spiral, oscille, il passe par deux positions extrêmes. Le passage d'une position extrême à l'autre, puis le retour à la position initiale, est une oscillation.  
Une oscillation compte deux alternances.
- Période.** Durée d'une oscillation.
- Pignon.** Organe denté qui comprend en général un faible nombre de dents.
- Piton.** Organe fixant la partie extérieure du spiral. Le piton est lui-même fixé au pont de balancier.
- Plateau.** Organe de l'échappement fixé sur l'axe de balancier. Le plateau reçoit par la cheville de plateau la force transmise par l'ancre ou la roue d'ancre.
- Raquette.** Organe qui sert à modifier la marche diurne ou la fréquence de la montre, en allongeant ou en raccourcissant la longueur active du spiral. La raquette porte 2 goupilles, entre lesquelles passe le spiral.
- Renversement.** Passage inopiné de l'ancre d'une position extrême à l'autre en dehors des fonctions de l'échappement.
- Repos.** Position d'arrêt de l'échappement durant laquelle l'oscillateur parcourt son arc d'oscillation supplémentaire.
- Roue ou roue dentée ou roue d'engrenage.** Organe circulaire tournant autour d'un axe et dont la fonction est de transmettre la force ou le mouvement. Une roue dentée qui comprend en général un grand nombre de dents.
- Rubis.** Pierre synthétique, sous forme de cristal d'oxyde d'alumine  $Al_2O_3$ .
- Spiral.** Petit ressort enroulé en spirale, attaché à son extrémité intérieure à la virole et à son extrémité extérieure au piton.  
Le spiral est avec le balancier l'organe régulateur de la montre.
- Virole.** Organe fixant l'extrémité intérieure du spiral. La virole est elle-même fixée par chassage sur l'axe de balancier.

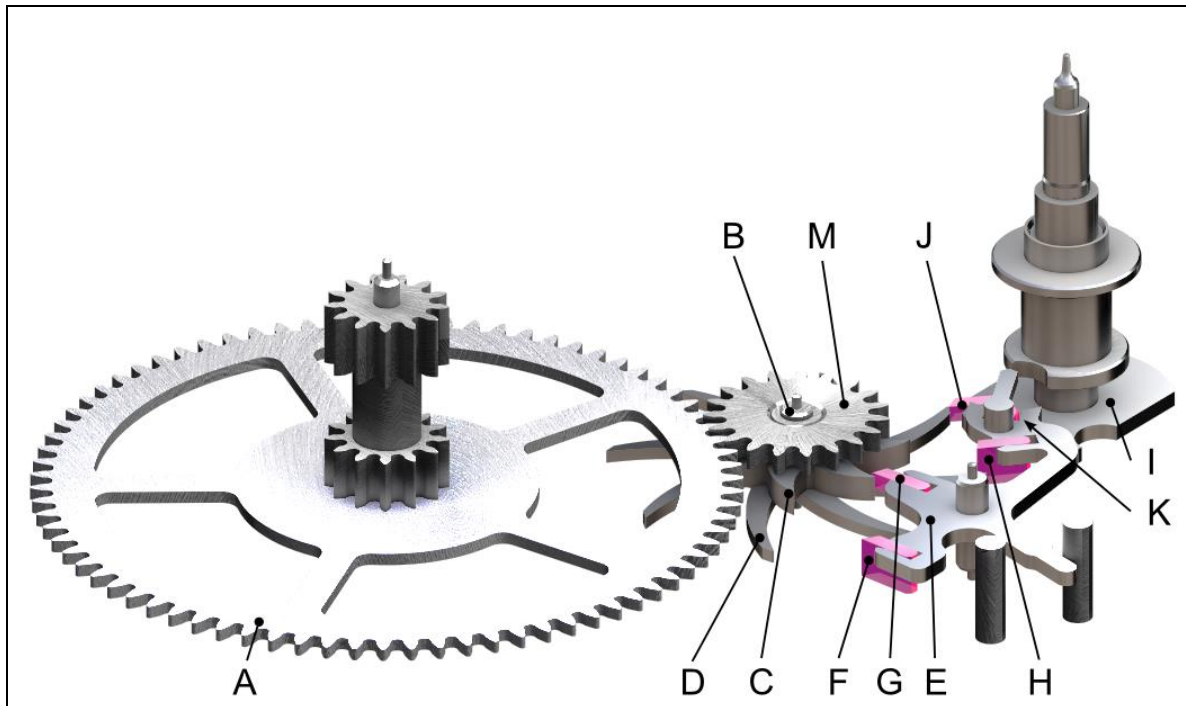
# ECHAPPEMENT CO-AXIAL

## Description

L'énergie nécessaire à l'entretien du balancier-spiral est apportée par un échappement dont la fonction de transmission de la force est obtenue par des mouvements tangentiels de ses organes.

L'échappement est composé d'une roue intermédiaire *A*, d'une roue coaxiale triple *B*, composée du pignon d'entraînement *M* et d'un pignon d'impulsion *C* solidaires de la planche de roue d'échappement *D*, d'une ancre *E* avec 3 levées en rubis *F*, *G*, *H* et d'un plateau *I* portant une levée en rubis *J* et une cheville en rubis *K*.  
Le plateau est solidaire du balancier-spiral.

### *Schéma général de l'échappement*

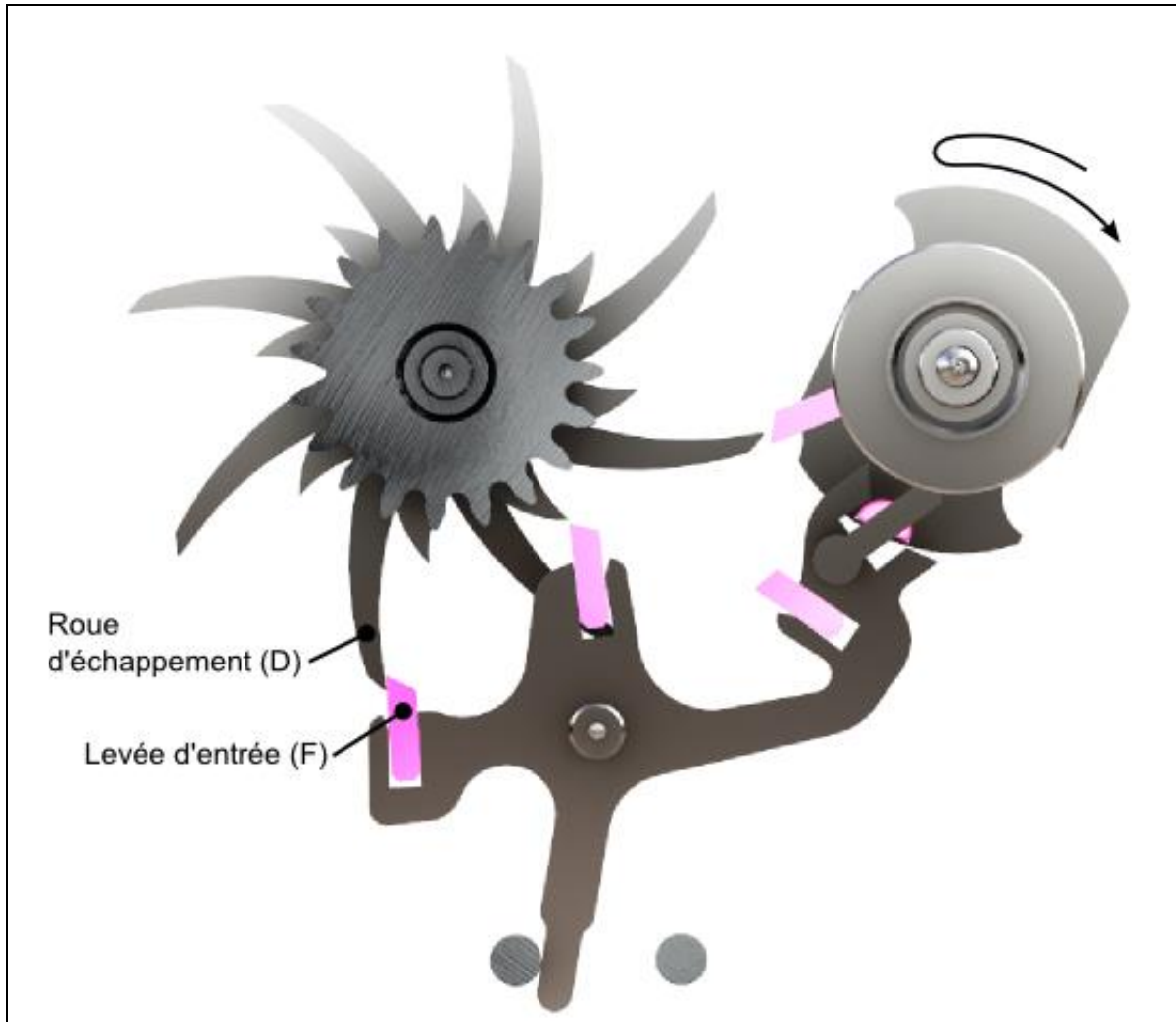


La roue coaxiale *B* reçoit la force de la roue intermédiaire *A* qui engrène avec le pignon d'entraînement *M*.

A chaque alternance du balancier, la force est transmise sur une alternance directement de la roue coaxiale au plateau et pour l'autre alternance de la roue coaxiale via l'ancre au plateau.

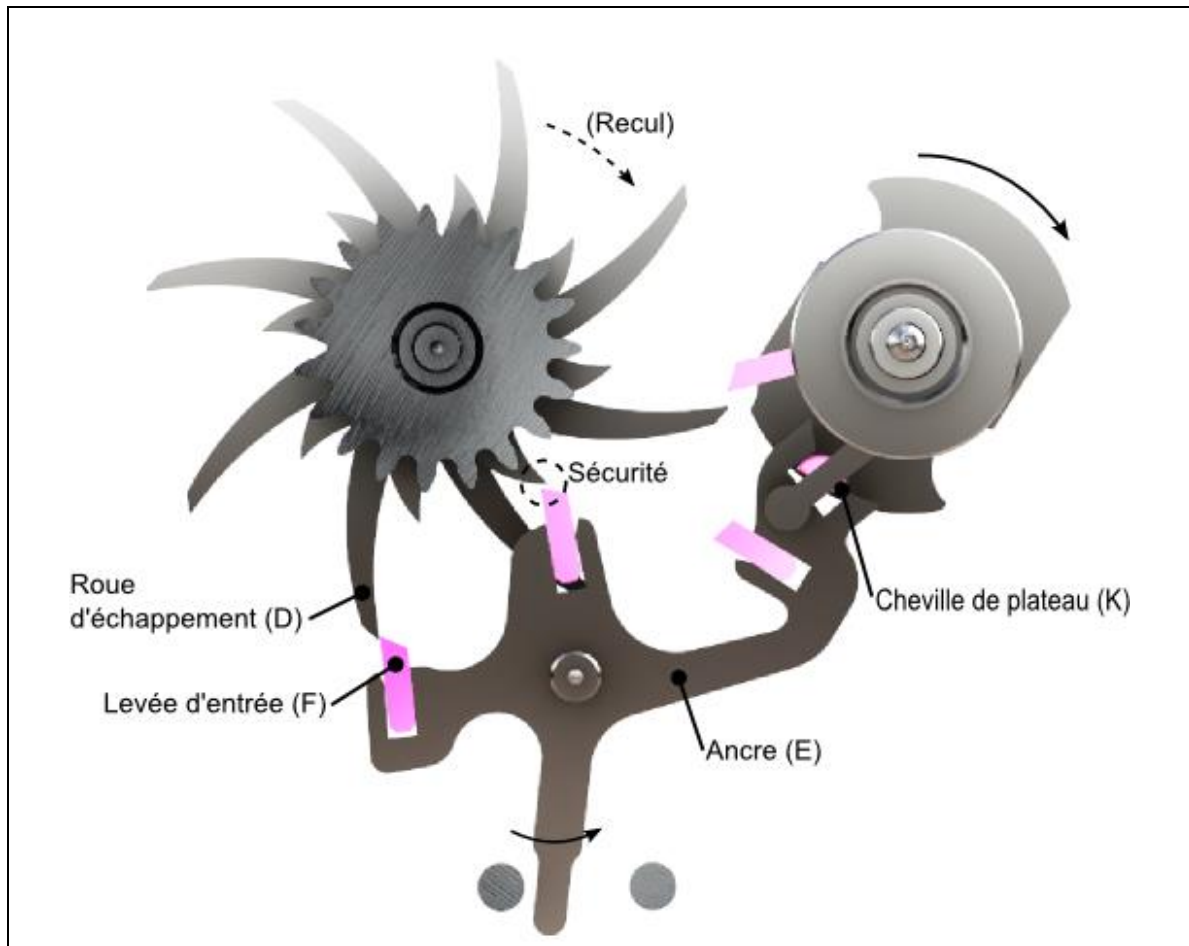
## Fonctions de l'échappement.

Situation de départ, repos de la roue d'échappement  $D$  sur la levée d'entrée  $F$ .

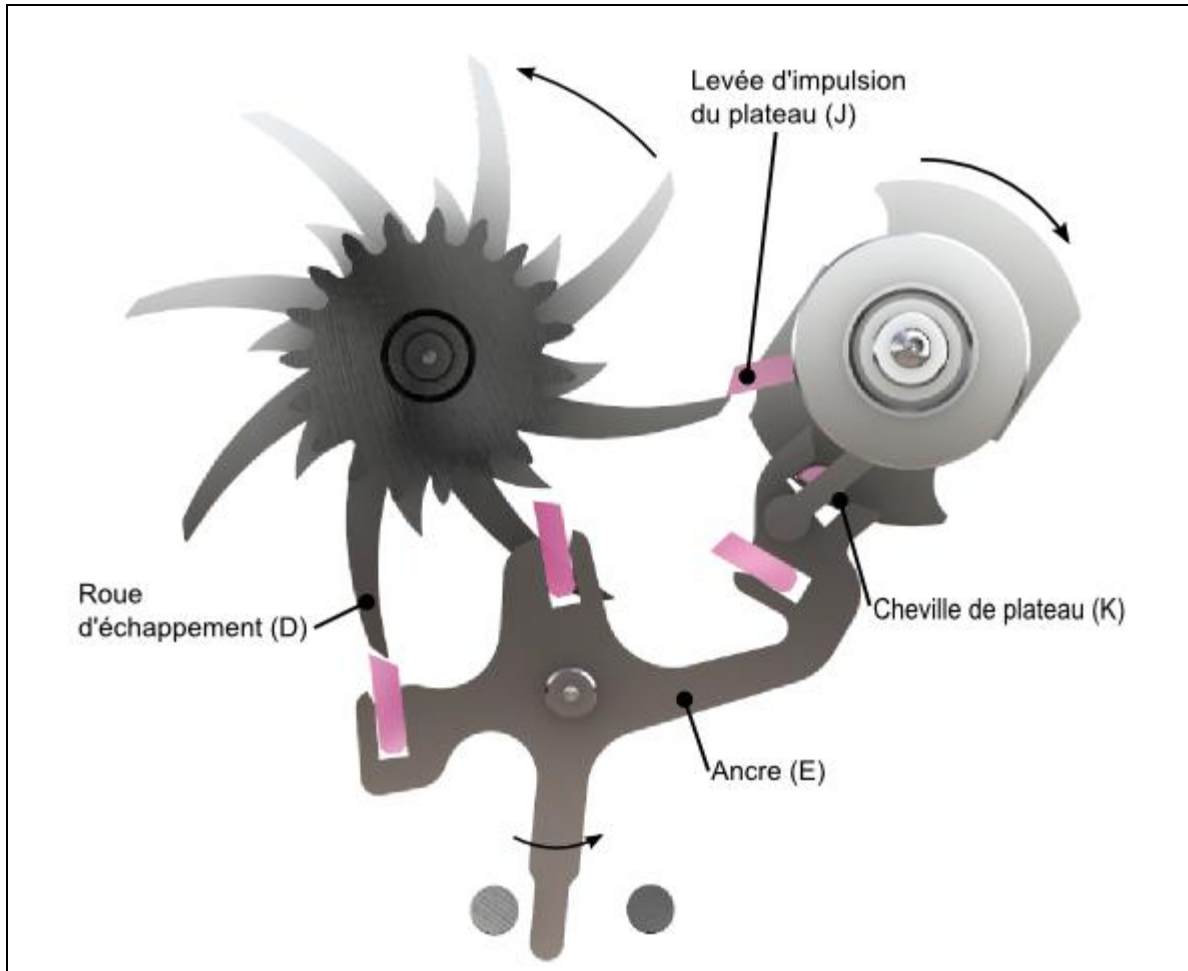


Lors de l'arc d'oscillation supplémentaire du balancier, l'échappement est au repos. La dent de la roue d'échappement  $D$  est en repos sur le plan de repos de la levée d'entrée  $F$ .

Après dégagement, par action de la cheville de plateau *K* dans l'entrée d'ancre *E*, la dent de la roue d'échappement *D* quitte le repos de la levée d'entrée *F*.

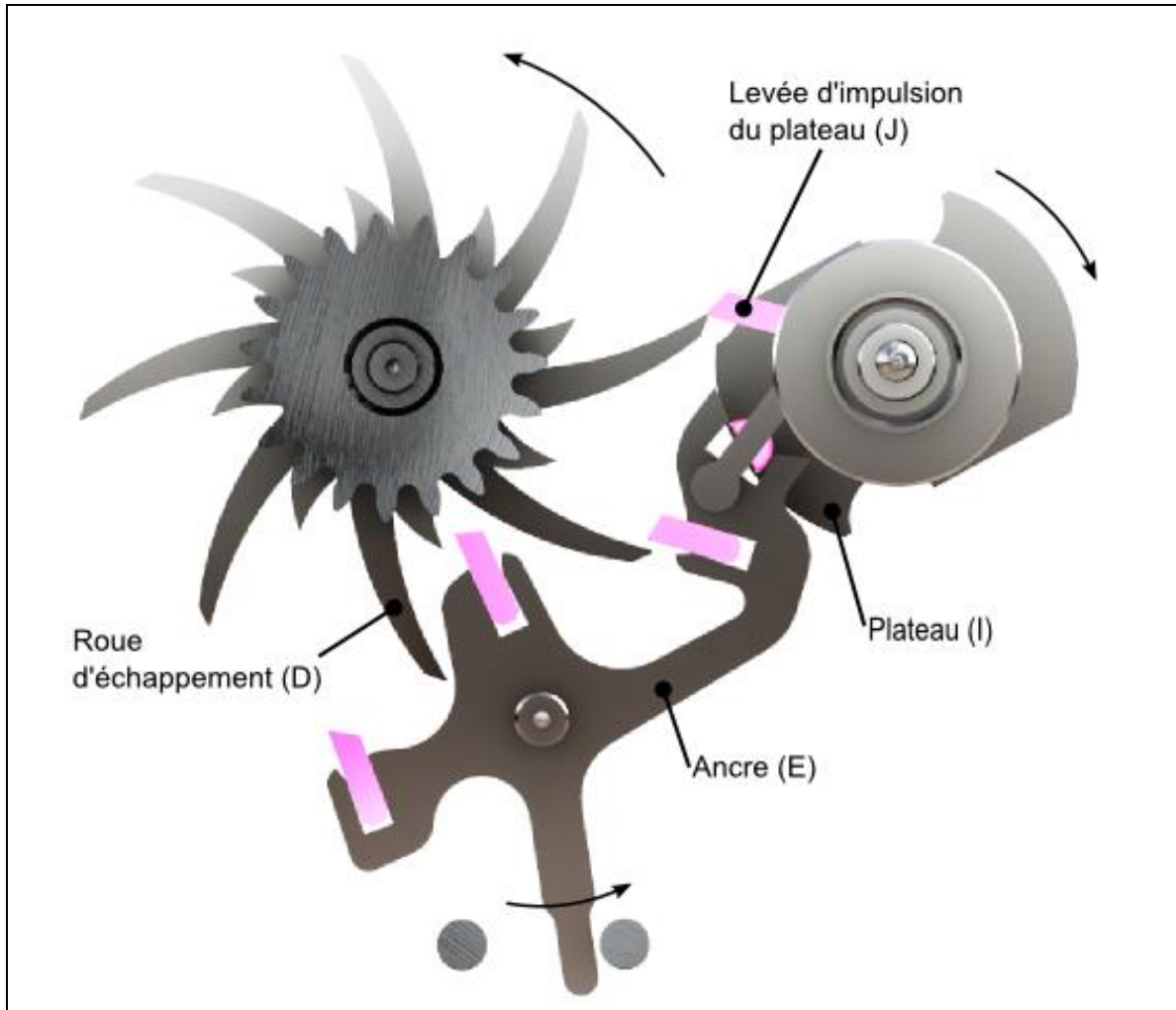


Cette roue d'échappement *D* parcourt un arc de rattrapage pour permettre à une autre dent d'entrer en contact avec la levée d'impulsion du plateau *J*.

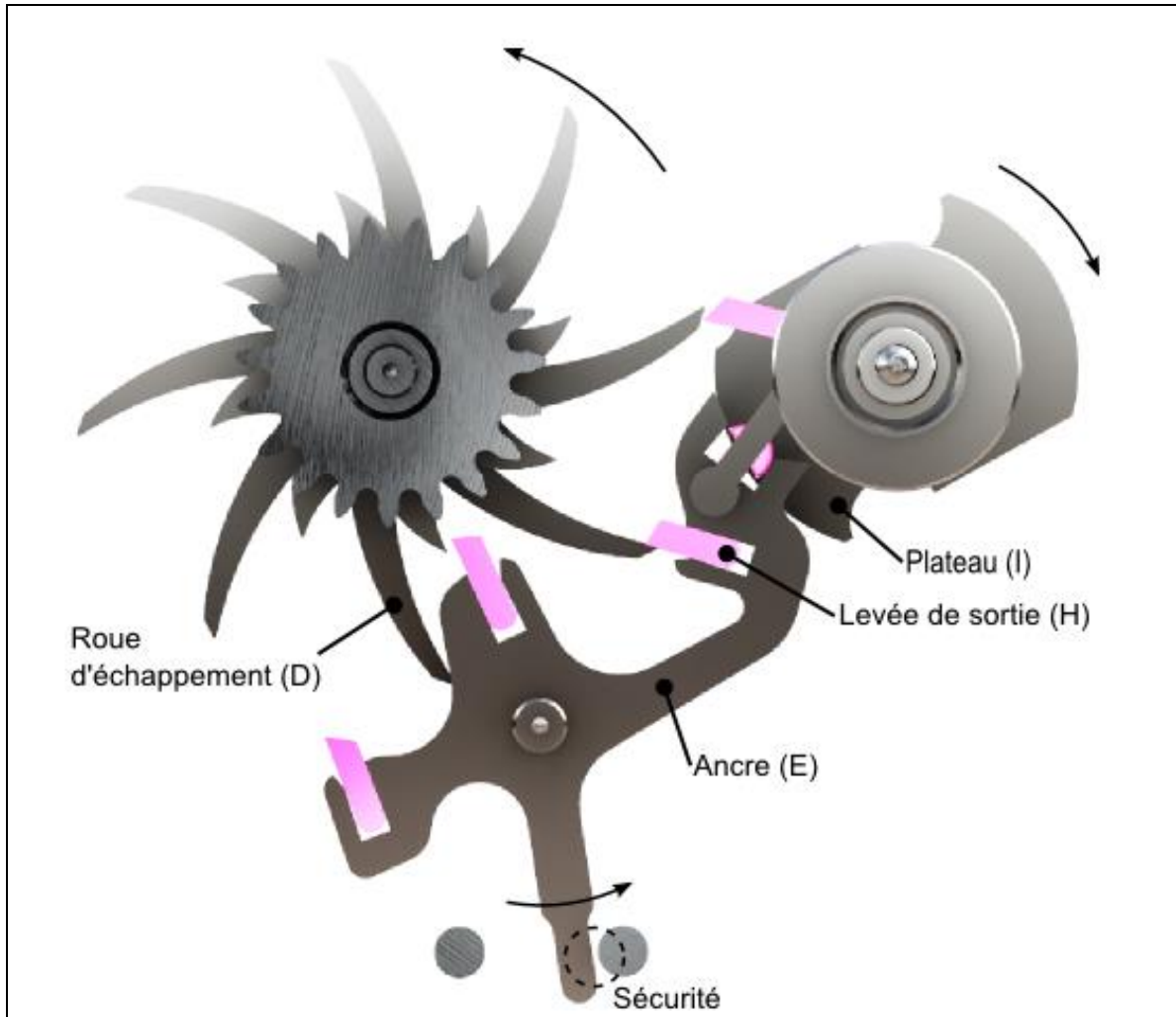




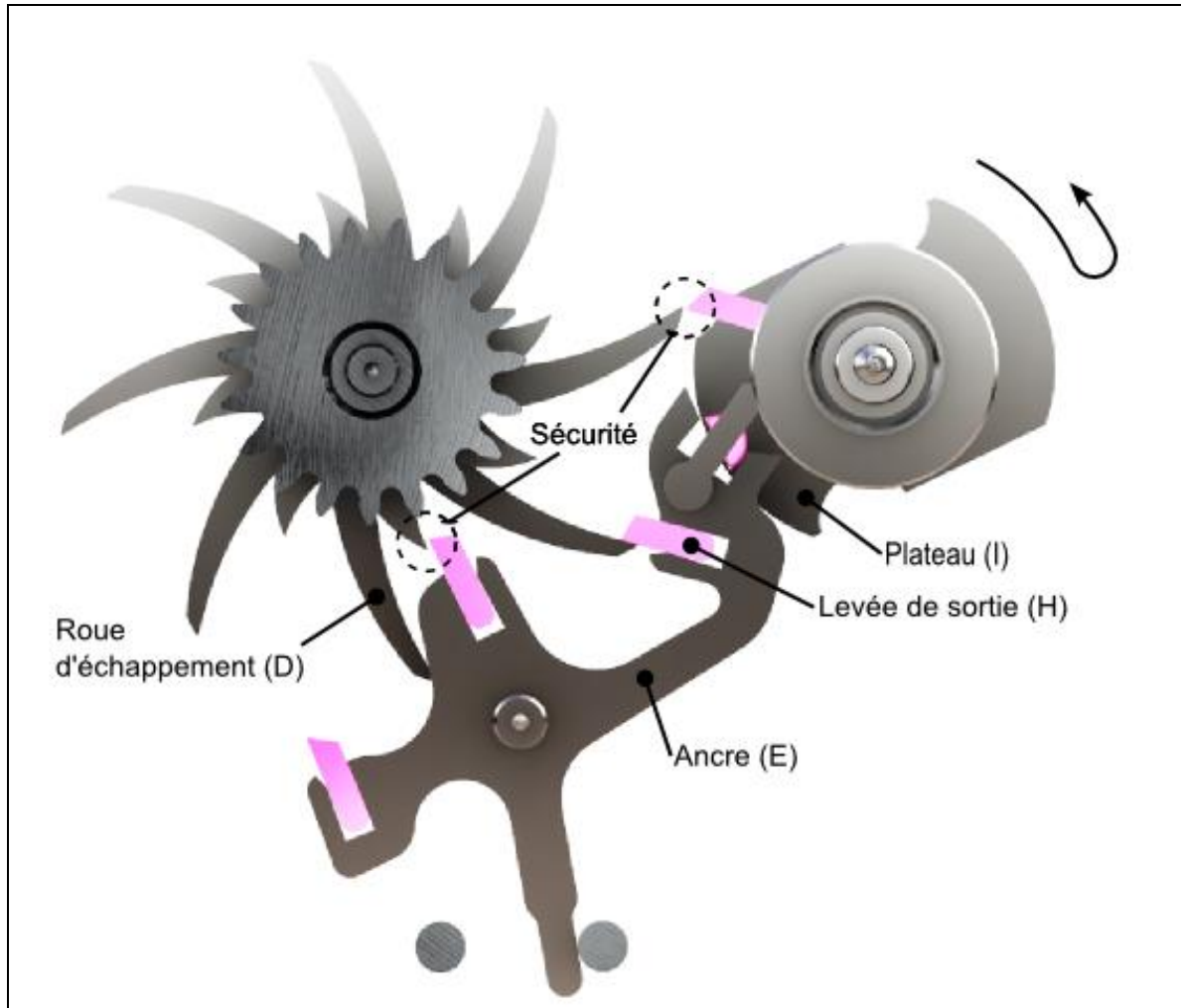
La force d'impulsion est alors directement transmise, par mouvement tangentiel, de la roue d'échappement *D* au plateau *I*, donc au balancier.



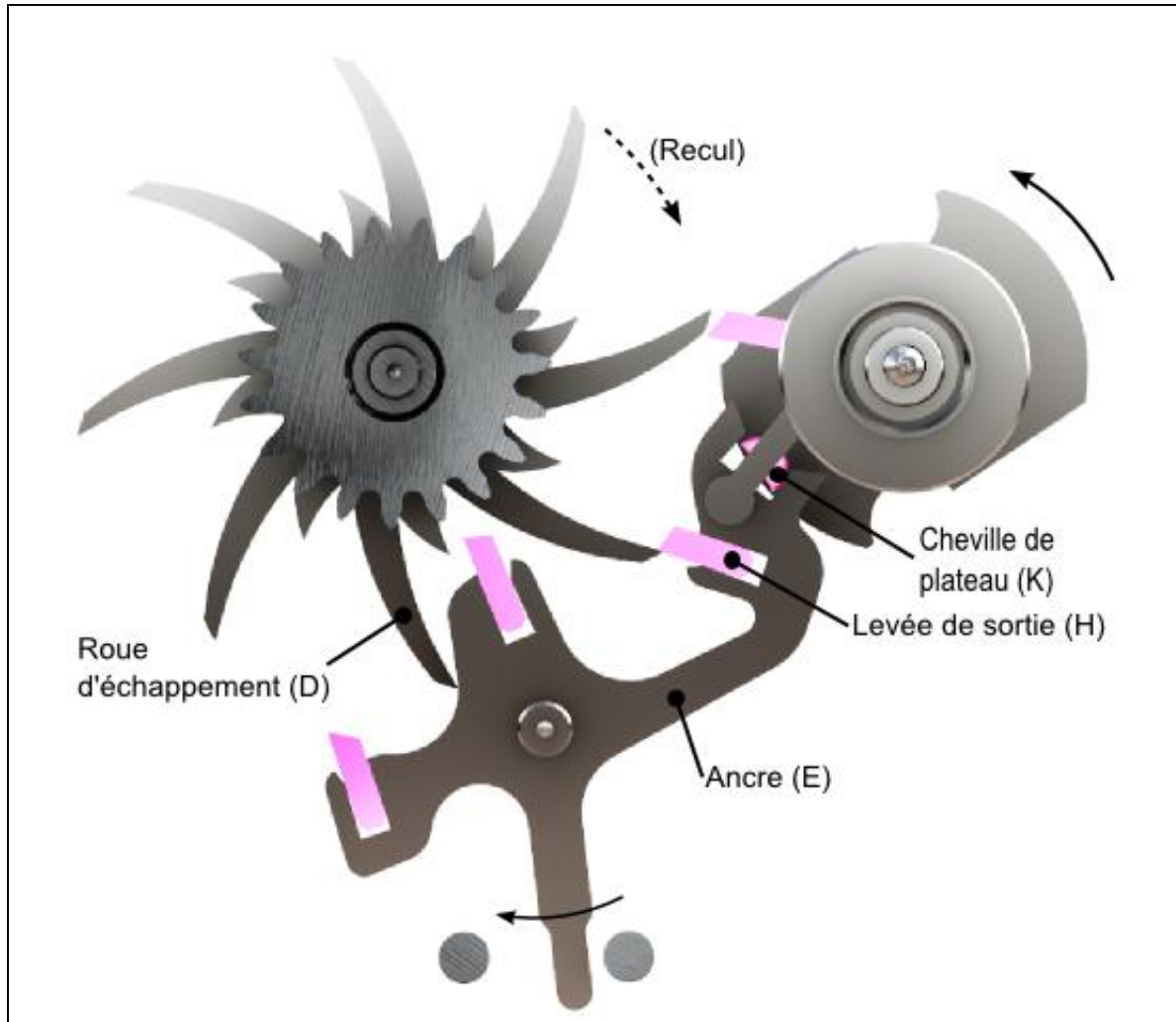
A la fin de l'impulsion une dent de la roue d'échappement *D* chute en repos sur le plan de repos de la levée de sortie *H*. Le balancier parcourt son arc d'oscillation supplémentaire.



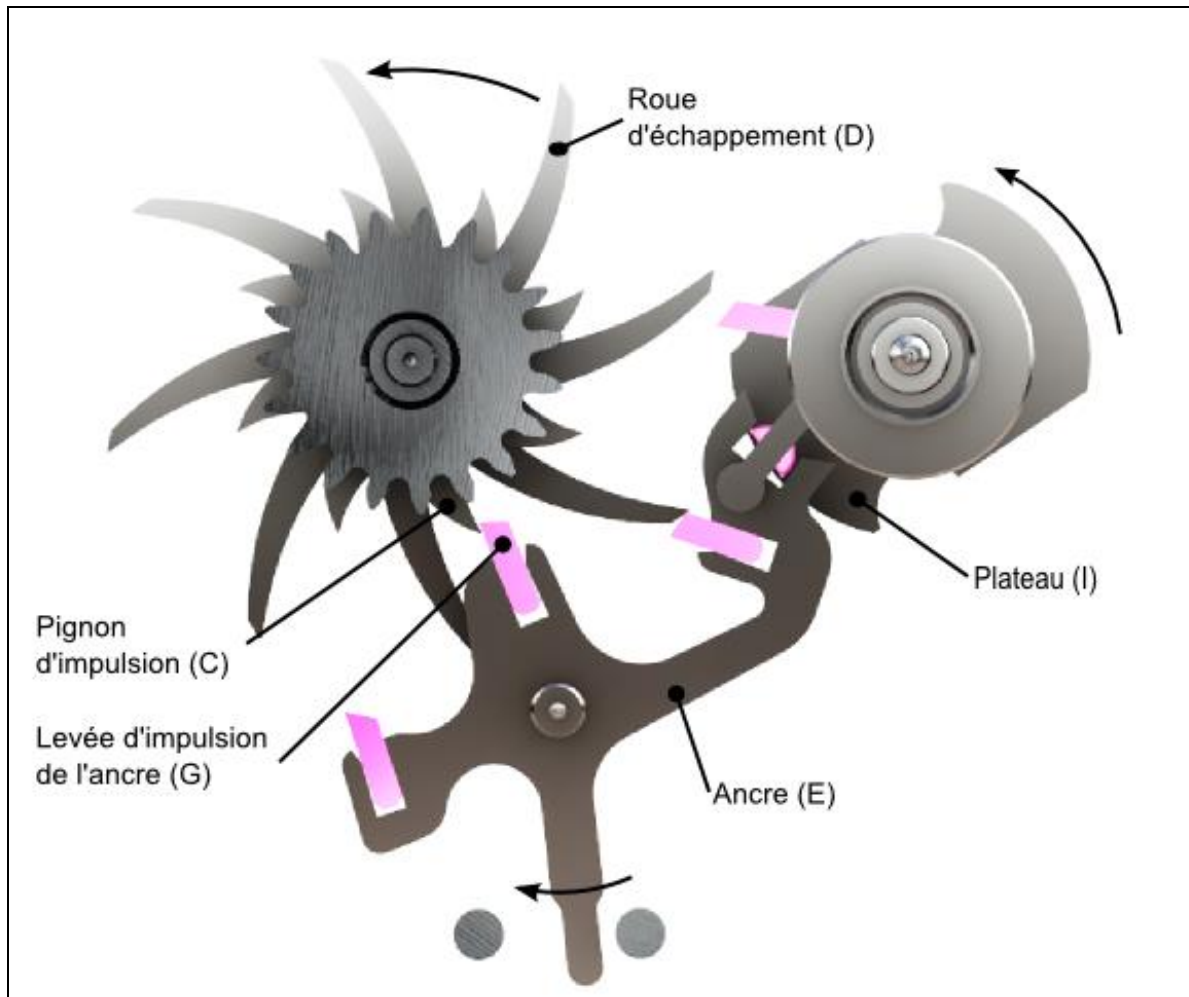
Durant cet arc supplémentaire, l'échappement est au repos. La dent de la roue d'échappement *D* est en repos sur le plan de repos de la levée de sortie *H*.



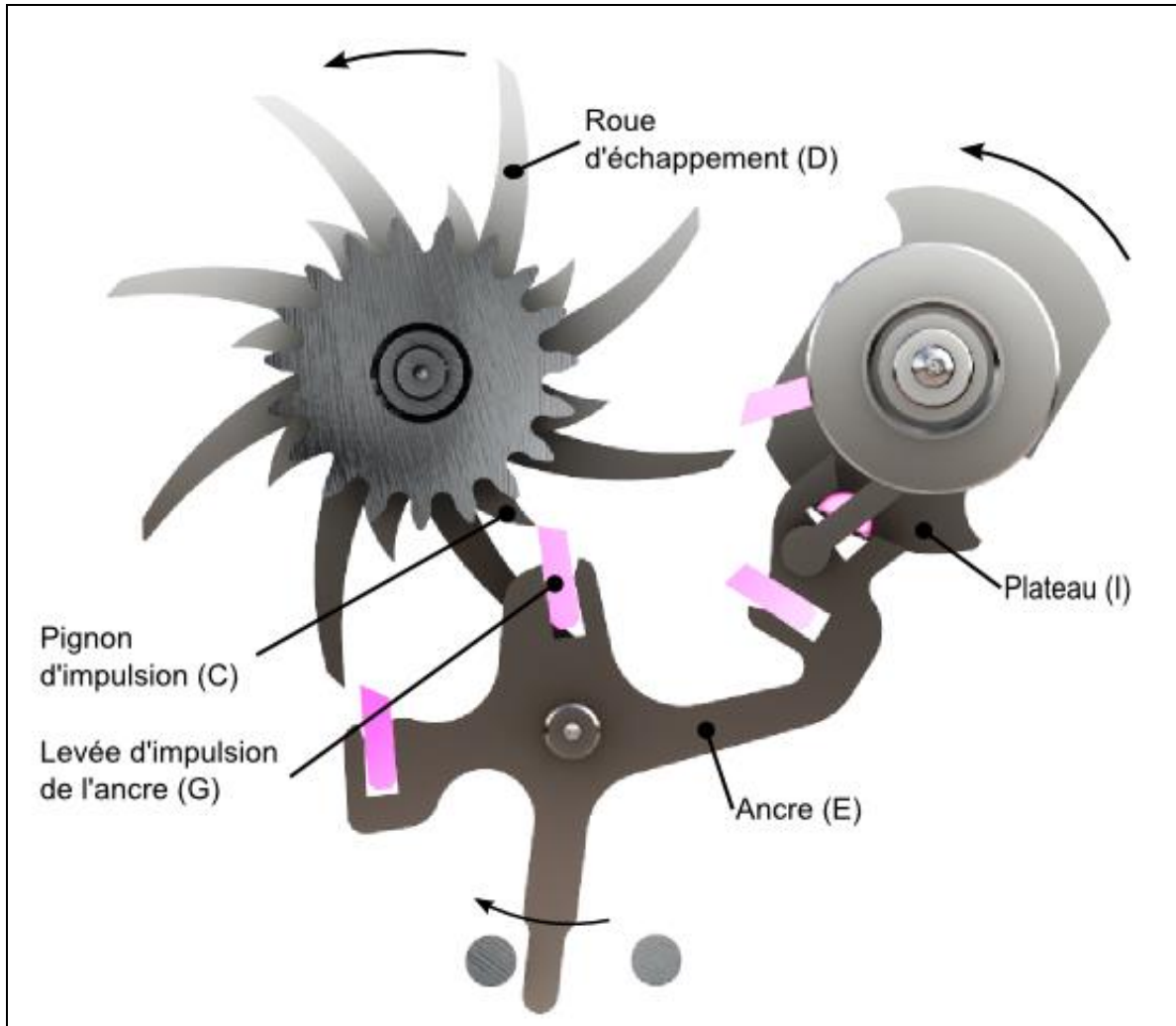
Après dégagement, par action de la cheville de plateau *K* dans l'entrée d'ancre *E*, la dent de la roue d'échappement *D* quitte le repos de la levée de sortie *H*.



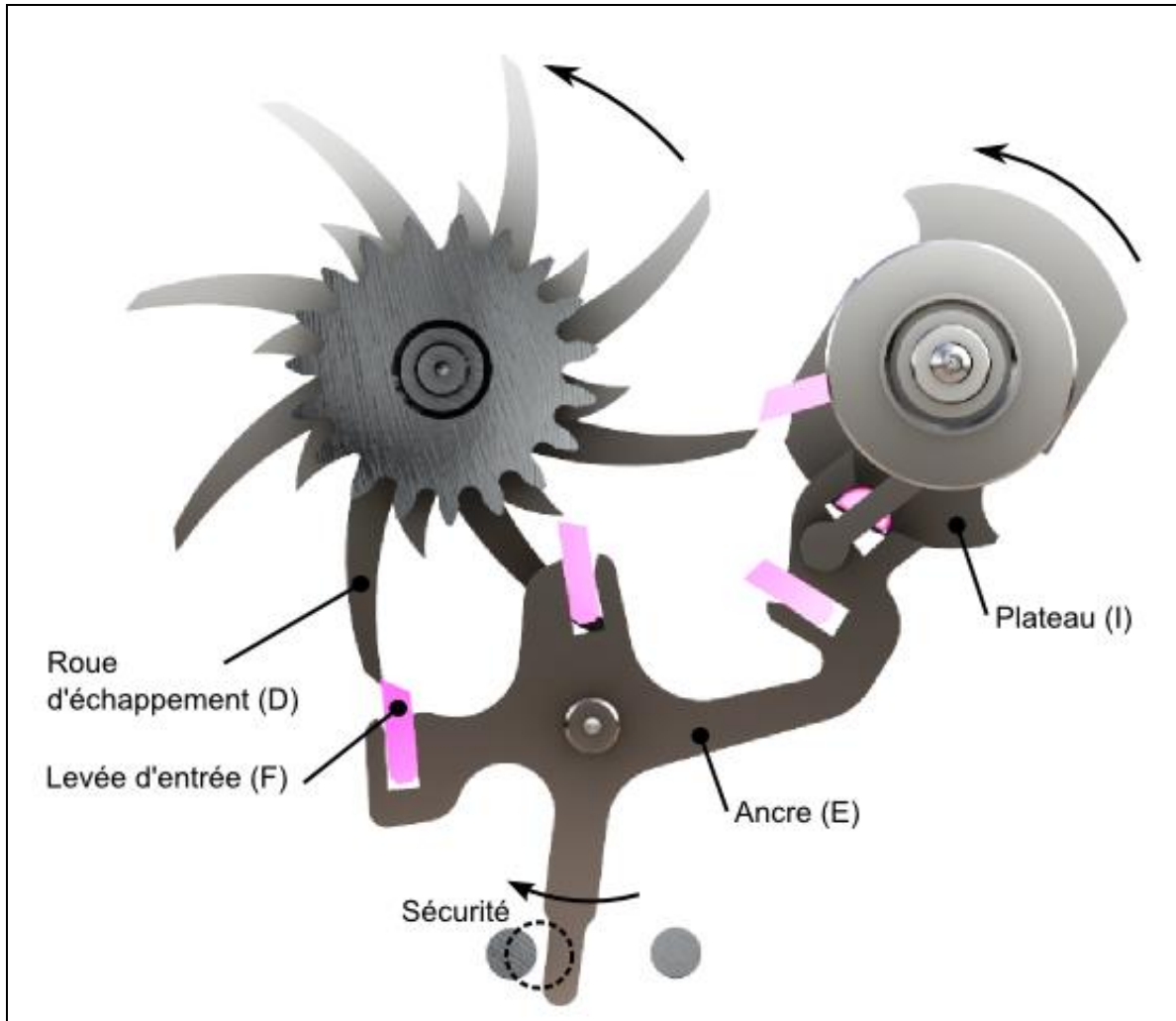
La roue *D* parcourt un arc de rattrapage pour permettre à une dent du pignon d'impulsion *C* d'entrer en contact avec la levée d'impulsion de l'ancre *G*. La force d'impulsion est transmise par mouvement tangentiel de l'ancre *E* au plateau *I*.



A la fin de l'impulsion la dent du pignon d'impulsion *C* quitte la levée d'impulsion *G*.



Une dent de la roue d'échappement *D* vient en repos sur le plan de repos de la levée d'entrée *F*. Le balancier parcourt son arc d'oscillation supplémentaire.



## Avantages de l'échappement Co-Axial.

L'échappement ancre suisse transmet les forces de la roue d'ancre au balancier par des effets de leviers et de plans inclinés glissants de la roue d'ancre sur l'ancre. (Fonction d'impulsion des dents de la roue d'ancre sur les levées d'ancre.)

Ce principe de transmission de la force est le point faible de ce type d'échappement. Le maintien des conditions de frottement sur des plans glissants, implique des systèmes de lubrification très délicats, sensibles au vieillissement.

L'échappement Co-Axial, par son système de transmission tangentielle de la force, n'est pas tributaire de la lubrification pour maintenir les conditions de fonctionnement.

Ce système fonctionne comme un engrenage et ne nécessite, pour la **transmission de la force, aucune lubrification**. Une lubrification est cependant exécutée afin d'éviter des phénomènes d'usure sur les organes de repos.

L'échappement Co-Axial permet une transmission constante dans le temps de la force d'entretien du balancier-spiral. Il permet un maintien constant de l'amplitude du balancier-spiral.

Pour ce nouvel échappement, l'angle de levée du balancier est réduit à 30°, ce qui assure une perturbation moindre du balancier à chaque alternance, par rapport à l'échappement ancre (52°).

Il en résulte la constance des qualités de réglage de la montre et sa précision.

Cet échappement est donc particulièrement destiné à la fabrication de chronomètres de haute précision.

Par rapport à l'échappement à détente dont il est issu, il a l'avantage d'être autodémarrant.



# BALANCIER-SPIRAL OMEGA

## Description

Calibres Co-Axial ( $\Omega 2500A$ ,  $\Omega 2500B$ ,  $\Omega 2500C$ ,  $\Omega 2500D$ ,  $\Omega 3330A$ )

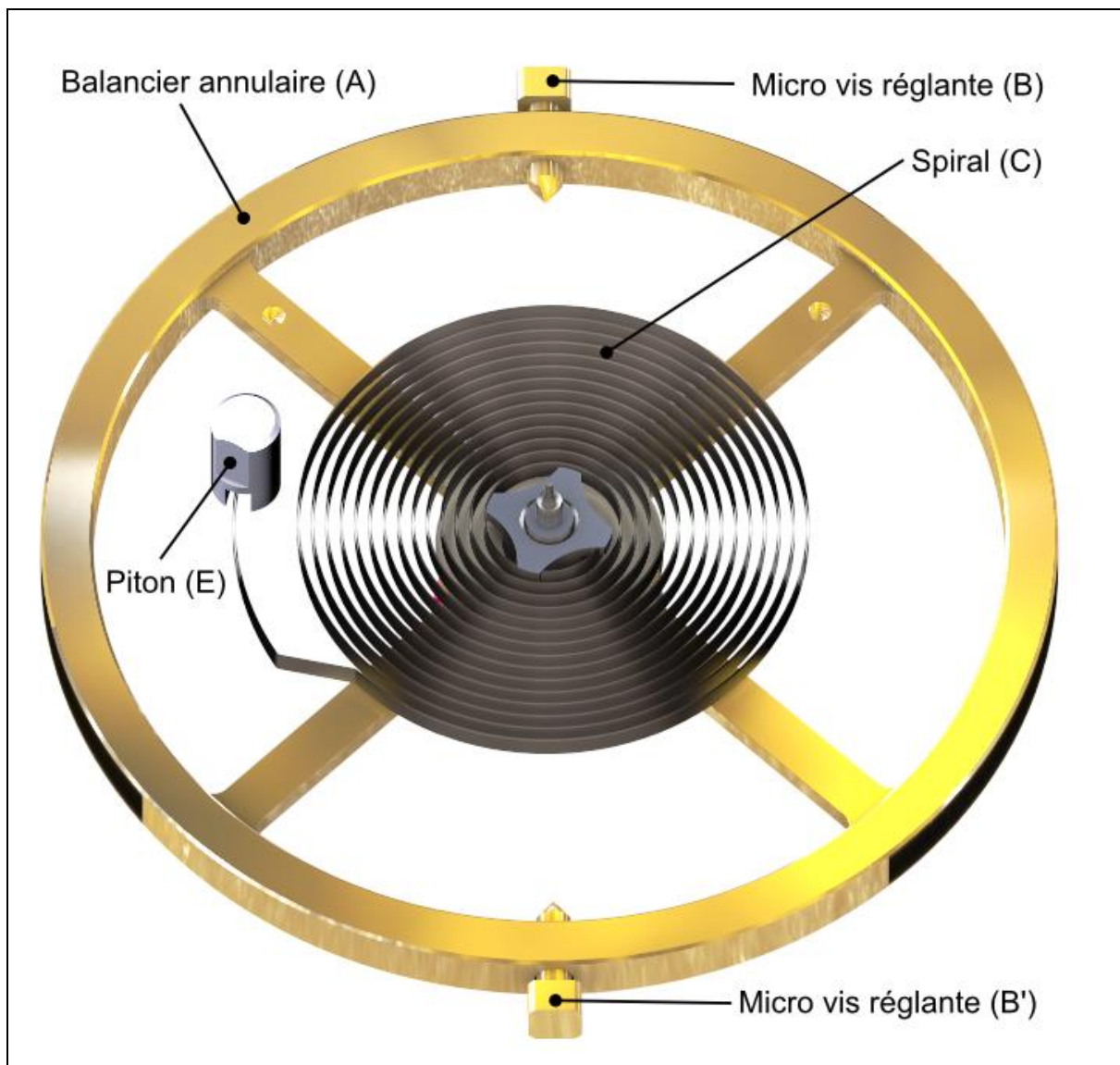
Le système réglant Omega est un système oscillant à balancier-spiral sans raquette. Il est composé d'un balancier à moment d'inertie variable et d'un spiral plat.

Le balancier annulaire *A* porte 2 micro vis réglantes en or *B* et *B'*. Il est parfaitement équilibré. La position des micro-vis est diamétralement opposée.

Le spiral *C* est en alliage thermocompenseur Anachron de la dernière génération, avec la courbe terminale stabilisée contre les chocs.

La virole *D* est du type Nivatronic sans balourd. Le spiral est fixé sur la virole par soudage laser.

Le pitonnage est réalisé par collage de haute précision du spiral *C* au piton *E*.



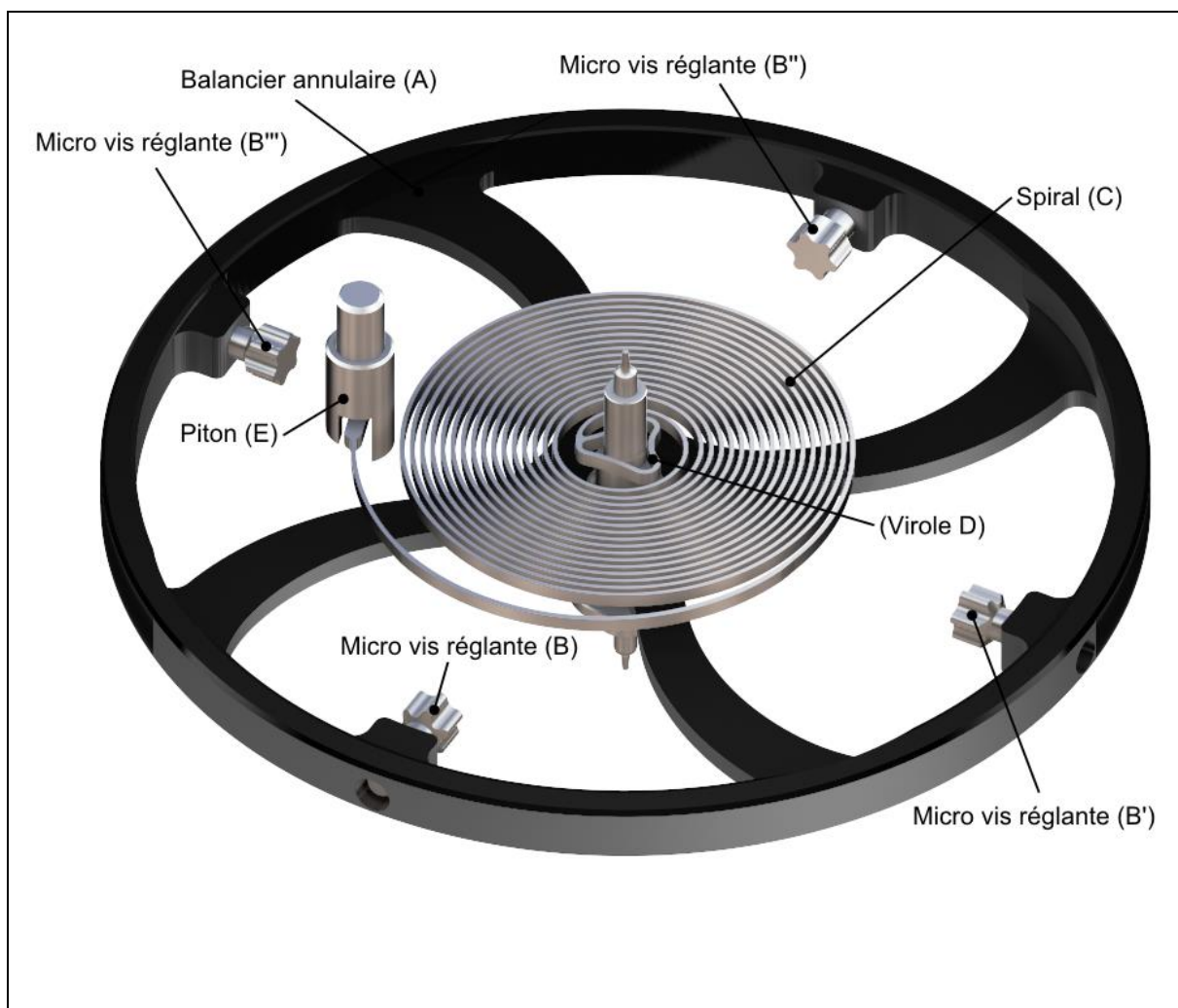


Calibres Omega Co-Axial ( $\Omega 8500A$ ,  $\Omega 8500B$ ,  $\Omega 8520A$ ,  $\Omega 9300A$ )

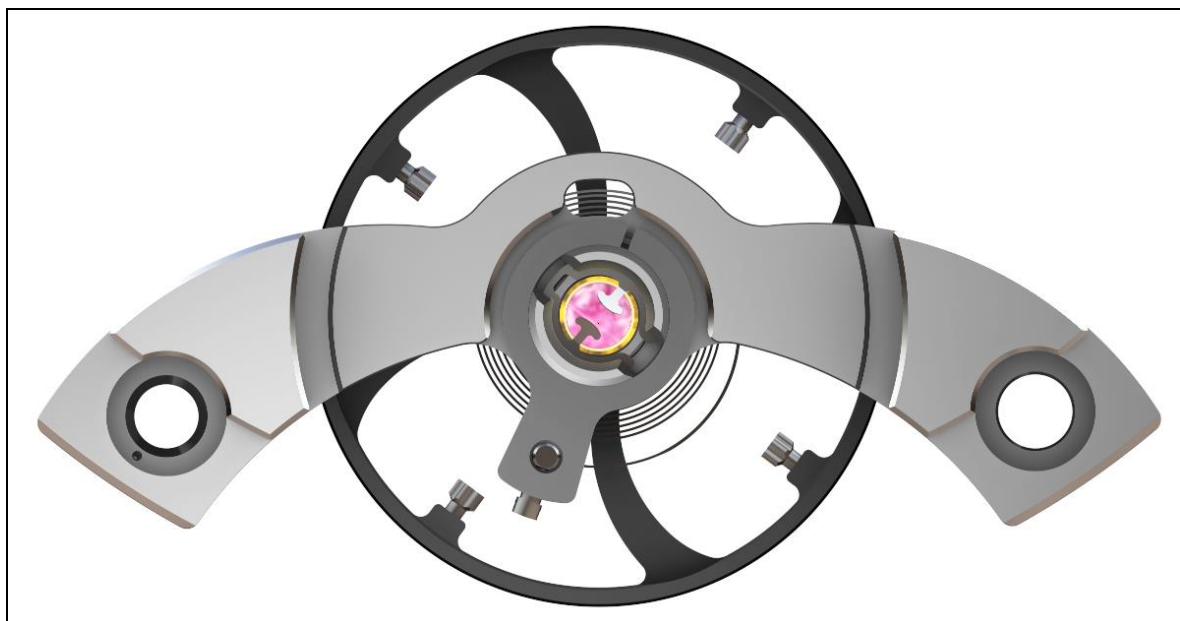
Le balancier annulaire *A* porte 4 micro vis réglantes en or *B* à *B'''*.

Le spiral *C* est en silicium (Si14), thermo-compensé et amagnétique, avec courbe Grossmann au centre et surépaisseur sur la courbe terminale pour un développement concentrique.

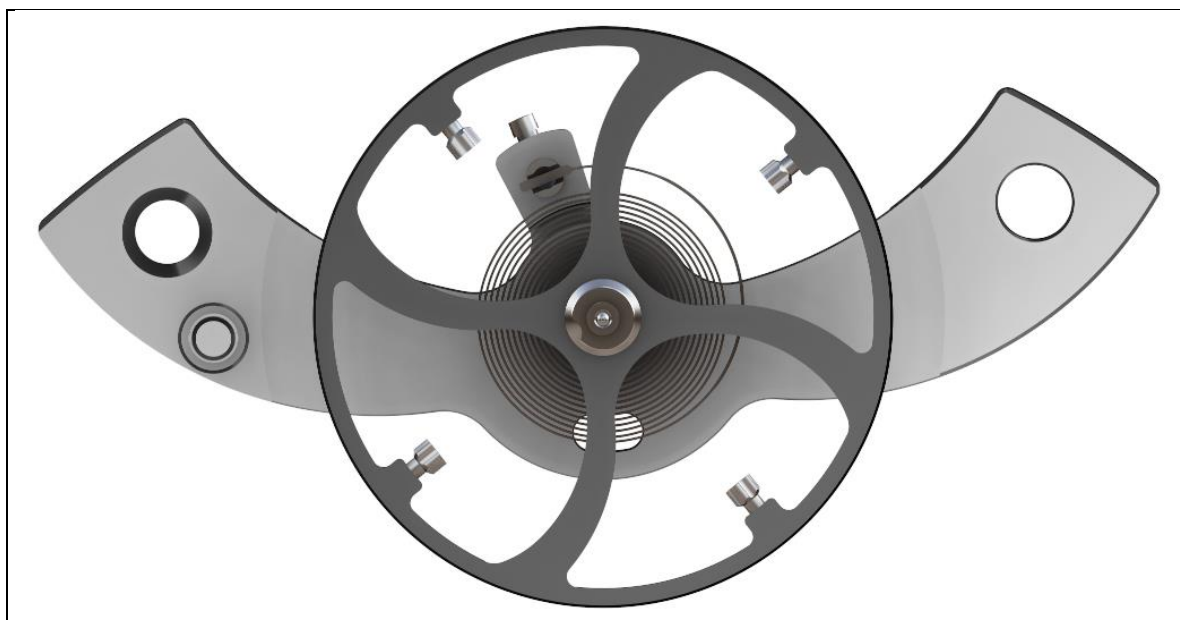
La virole *D* est en silicium et monobloc avec le spiral.



**Balancier-spiral Omega avec 4 micro vis monté sur pont de balancier traversant, vue de dessus.**



**Balancier-spiral Omega avec 4 micro vis monté sur pont de balancier traversant, vue de dessous.**



## **Fonctions du balancier-spiral Omega.**

L'ensemble oscillant balancier-spiral est conçu pour obtenir des fréquences d'oscillations très proches de 4 Hertz (28'800 alternances par heure) calibre 2500A, 9300, 3330 ou 3.5Hz (25'200 alternances par heure) calibre 2500C, 2500D, 8500B, 8520A, par la fabrication des composants balanciers et spiraux.

Les écarts de fréquence de l'ordre de 100 secondes maximum par jour, sont ajustés par modification du moment d'inertie du balancier.

Un écart de retard est ajusté par vissage des vis en direction du centre du balancier, ce qui diminue son moment d'inertie et donne de l'avance.

A l'inverse, un écart d'avance est ajusté par dévissage des vis en direction opposée au centre du balancier, ce qui augmente son moment d'inertie et donne de retard.

Ce système d'ajustage de la marche permet une grande précision et une stabilité parfaite dans le temps.

## **Avantages du système balancier-spiral Omega.**

Un système classique de réglage par la raquette fonctionne par modification de la longueur active du spiral. Le spiral doit coulisser sans jeu ou avec un jeu faible entre les goupilles de la raquette. Ce système est délicat et se dégrade lors de chocs au porter.

Le jeu du spiral est un élément d'anisochronisme du système réglant. L'isochronisme est la caractéristique d'un système réglant ou oscillant, d'osciller à une même fréquence quelle que soit son amplitude.

Le balancier-spiral Omega est conçu pour éliminer les perturbations de réglage dues à l'anisochronisme de la raquette.

La stabilité de réglage est renforcée et garantie dans le temps. Le système est beaucoup moins sensible aux déformations par les chocs.

Le réglage fin de la marche par modification de la position des vis permet des retouches de marches très précises.

Lors d'éventuelle révision du mouvement, l'ensemble balancier-spiral est un élément indissociable, facilement démontable et remontable. Il garde ses caractéristiques initiales et ne doit pas à nouveau être ajusté.

## **Avantages cumulés de l'échappement Co-Axial et du balancier-spiral Omega.**

L'échappement Co-Axial garantit, dans le temps, une transmission constante de l'énergie au balancier-spiral.

Le balancier-spiral n'est plus sensible aux dégradations de la marche par les effets perturbateurs du battement du spiral dans les goupilles de raquette.

Les avantages cumulés des deux éléments font des calibres Omega Co-Axial, des mouvements avec une haute précision, une grande stabilité de cette précision sur de longues durées d'utilisation.

Les mouvements Omega Co-Axial ne nécessiteront que des services d'entretien très espacés, de plusieurs années.

## Position historique de l'échappement Co-Axial pour la montre mécanique.

L'échappement coaxial est une invention majeure du 20ème siècle pour la montre mécanique. Il apporte une importante contribution à l'amélioration de la montre mécanique en résolvant le problème le plus délicat, la lubrification de l'échappement.

Nous citerons d'autres innovations majeures comme :

- Le rubis synthétique selon le procédé Verneuil inventé en 1892 et produit à partir de 1902
- Les alliages autocompensateurs pour le spiral industrialisés en 1920 sous Elinvar (*Elasticité INVARIABLE*), dérivés de l'alliage Invar inventé par Charles Edouard Guillaume en 1897
- La montre bracelet automatique de John Harwood brevetée en 1924 et produite en 1926
- Le système antichoc Incabloc inventé par Fritz Marti en 1933
- Les alliages incassables pour ressorts Nivaflex de Straumann en 1945
- Les huiles synthétiques en 1955
- Les montres à haute fréquence 5 Hz et 4 Hz en 1965
- L'échappement Co-Axial Omega en 1999.
- Introduction du spiral silicium (Si14) en 2008

Master Co-Axial résistance au magnétisme à 15'000 Gauss ou 1.5 Tesla en 2013

Le 08.03.1999 Bureau Technique M.-A. Miche

Le 02.11.2012 1<sup>ère</sup> mise à jour, A. Cabezas, M.-A. Miche

Le 05.06.2014 2<sup>ème</sup> mise à jour, A. Cabezas, M.-A. Miche